

Meetregister bij het meetplan Waddenzee 2017
Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing
Ameland 2017

20-4-2017
Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Documentnummer: EP201703201664

1 Inhoud

1	Inhoud	2
2	Inleiding	4
3	Ontwerp en inrichting van het meetnet	5
3.1	Ontwerp van het meetnet	5
3.1.1	<i>Aansluitpunten</i>	5
3.1.2	<i>Kringen en trajecten</i>	5
3.1.3	<i>Punt dichtheid</i>	5
3.1.4	<i>Secundaire optische waterpassingen</i>	5
3.1.5	<i>Betrouwbaarheid en precisie</i>	5
3.2	Inrichting van het meetnet	6
4	Metingen	7
4.1	Meetmethode	7
4.2	Instrumentarium en uitvoering	7
5	Toetsing en vereffening	8
5.1	Toetsing en vereffening	8
5.2	Beoordeling resultaten	8
5.2.1	<i>Metingen</i>	8
5.2.2	<i>Toetsing door RWS-DID</i>	8
6	Bewegingsanalyse peilmerken	9
6.1	Analyse	9
6.2	Conclusies	9
7	Presentatie van de resultaten	10
7.1	Bijlage 1: Overzicht sectie- en trajectsluitfouten	10
7.2	Bijlage 2: Overzicht kringsluitfouten	10
7.3	Bijlage 3: Resultaten eerste fase (vrije) vereffening	10
7.4	Bijlage 4: Differentiëtoestand	10
7.5	Bijlage 5: Overzichtskartaar deformatienet met differenties [2014 - 2017]	11
7.6	Bijlage 6: Nieuw en vervallen peilmerken	11
8	Verantwoording	12

Bijlagen	13
Bijlage 1: Overzicht sectie- en trajectsluitfouten	14
Bijlage 2: Overzicht kringsluitfouten	14
Bijlage 3: Resultaten eerste fase (vrije) vereffening	14
Bijlage 4: Differentiestaat	14
Bijlage 5: Overzichtskaart deformatienet met differenties [2014-2017]	14
Bijlage 6: Nieuwe en vervallen peilmerken	16

2 Inleiding

In opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. te Assen (hierna te noemen NAM) is in de periode januari-februari 2017 een nauwkeurigheidswaterpassing verricht op Ameland. Deze meting is gebruikt om te kunnen vaststellen in welke mate er bodemdaling op maaiveld optreedt die wordt veroorzaakt door de mijnbouwactiviteiten van NAM binnen de winningvergunningen in Ameland.

De volgende reguliere werkzaamheden zijn verricht:

- het verkennen van het meetnet;
- het uitvoeren van een secundaire optische waterpassing;
- het berekenen en vereffenen van de hoogten van alle gemeten peilmerken;
- het maken van een rapportage.

De nu uitgevoerde waterpassingen zijn herhalingsmetingen die zijn gerelateerd aan de nulmeting in 1986.

Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gestelde in artikel 31, Mijnbouwbesluit 2002, met betrekking tot de uitvoering en rapportage van metingen overeenkomstig het goedgekeurde meetplan Waddenzee 2017. Hierbij is de procedure gevolgd, die met ingang van 18 augustus 2005 is vastgesteld door Staatstoezicht op de Mijnen en de Data-ICT-Dienst van Rijkswaterstaat (hierna te noemen RWS-DID) ten behoeve van een zorgvuldige en betrouwbare uitvoering van de metingen en de rapportage. De metingen zijn uitgevoerd conform de voorschriften van RWS-DID zoals vastgelegd in: 'Productspecificaties Beheer NAP, Secundaire waterpassingen t.b.v. de bijhouding van het NAP, versie 1.1 van januari 2008'. Bij brief van 7 maart 2017 heeft RWS-DID aan Staatstoezicht op de Mijnen meegedeeld dat de verrichte meting in orde is bevonden op basis van een vrije vereffening. Het nu voorliggende rapport vormt het officiële en openbare 'meetregister' behorende bij het meetplan Waddenzee 2017. Dit meetregister bevat enkel een vrije vereffening (eerste fase) ter controle op de waarnemingen.

De in dit meetregister gepubliceerde hoogten geven alleen een indruk van de beweging van de gemeten peilmerken. De bijdrage aan deze beweging van een enkele oorzaak en de relatie met maaiveld- en/of bodembewegingen kan men slechts afleiden met doelgerichte verdere analyses door ter zake kundigen. Dergelijke analyses vallen buiten het kader van dit meetregister. Daarnaast heeft RWS-DID het recht de getoetste metingen naar eigen inzicht aan te sluiten op het NAP-net, teneinde de vastgestelde hoogten op te nemen in het openbare NAP-peilmerkregister.

3 Ontwerp en inrichting van het meetnet

3.1 Ontwerp van het meetnet

Bij het ontwerp van het meetnet zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

3.1.1 Aansluitpunten

Het meetnet is zodanig ontworpen dat de peilmerken op de rand van het net buiten de invloedssfeer van de mijnbouwactiviteiten van NAM vallen.

3.1.2 Kringen en trajecten

De grootte van het meetnet is zodanig gekozen, dat het gebied waar deformatie kan optreden is omsloten, voor het gedeelte van het veld dat op het land ligt. Alle peilmerken zijn opgenomen in gesloten kringen, wat een belangrijke voorwaarde is om de betrouwbaarheid van de meetresultaten te kunnen toetsen. Deze kringen worden gevormd door trajecten. De trajecten, die bestaan uit een aantal secties, zijn zoveel mogelijk langs bestaande wegen gesitueerd.

3.1.3 Punt dichtheid

Met instemming van Staatstoezicht op de Mijnen zijn bij de inrichting de volgende richtlijnen voor de peilmerkdichtheid in de waterpastrajecten gehanteerd:

- Binnen de bebouwde kom: een onderlinge afstand van circa 500m;
- Buiten de bebouwde kom: een onderlinge afstand van circa 1000m.

3.1.4 Secundaire optische waterpassingen

De metingen zijn zodanig uitgevoerd dat ze voldoen aan de besteisen van RWS-DID voor secundair optische waterpassingen. Deze eisen zijn:

- De standaardafwijking van de waarnemingen is $1 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$;
- Voor de sectietolerantie $\leq 3\sqrt{L} \text{ mm}$;
- Maximale afstand tussen instrument en baak is 50 m;
- Het maximale afstandsverloop is 3 m;
- De Move3-vereffening moet voldoen aan de specificaties.

L is hierbij de afstand in kilometers.

Bij overschrijding van de toleranties vindt hermeting plaats.

3.1.5 Betrouwbaarheid en precisie

Doel van de metingen is met voldoende betrouwbaarheid en precisie inzicht te krijgen in de peilmerkdalingen. Voor de betrouwbaarheid en precisie is als uitgangspunt gehanteerd dat de differenties tot op enkele millimeters nauwkeurig met een hoge mate van betrouwbaarheid kunnen worden vastgesteld.

De betrouwbaarheid wordt enerzijds gewaarborgd door de configuratie van het meetnet, anderzijds door het uitvoeren van herhalingsmetingen waarbij 'foutieve' waarden kunnen worden opgespoord.

De precisie wordt enerzijds gewaarborgd door de waterpassingen te laten voldoen aan de eisen van RWS-DID voor secundair optische waterpassingen, anderzijds door de huidige configuratie van het meetnet.

3.2 Inrichting van het meetnet

Bij de inrichting is gebruik gemaakt van bestaande peilmerken uit het NAP-peilmerkenregister.

Het meetnet bestaat in totaal uit 109 peilmerken. 107 peilmerken zijn zowel in 2014 als in 2017 aangemeten.

Er zijn 2 nieuwe peilmerken geplaatst, 3 peilmerken zijn vervallen (zie §6.2).

De totale lengte van het meetnet is 81 kilometer.

4 Metingen

4.1 Meetmethode

De waterpassing is uitgevoerd conform de eisen van RWS-DID voor secundair optische waterpassingen. De toetsingscriteria staan vermeld in hoofdstuk 3. De secties zijn in heen- en teruggang gemeten. De maximaal toegepaste afstand tussen instrument en baak is 50 meter.

De waterpasgegevens zijn opgenomen in een elektronisch veldboek. Het programma WATPAS zorgt ervoor dat de meetgegevens, wanneer deze eenmaal zijn ingevoerd, niet meer gewijzigd en/of verwijderd kunnen worden. Alle gegevens worden direct gecodeerd opgeslagen in het elektronische veldboek.

4.2 Instrumentarium en uitvoering

Waterpassing

De metingen zijn uitgevoerd met een digitaal waterpasinstrument. Dit is een elektronisch waterpasinstrument, waarbij de baken digitaal wordt afgelezen. Dit heeft als voordeel dat er geen afleesfouten kunnen voorkomen. De meettijd wordt bepaald door het programma WATPAS. WATPAS laat het instrument altijd minimaal 2 registraties verrichten en als het verschil daartussen te groot is worden meer registraties verricht.

Het ingezette instrumentarium is gekalibreerd conform de specificaties van RWS-DID. Tijdens de meetwerkzaamheden is het waterpasinstrument wekelijks gecontroleerd op de hoofdvoorwaarde. Deze controle zit in het programma WATPAS ingebouwd; het is hierdoor niet mogelijk door te meten wanneer niet aan deze wekelijkse controle wordt voldaan.

5 Toetsing en vereffening

5.1 Toetsing en vereffening

Voor de vereffening is eerst met WATPAS-software getoetst of de metingen voldoen aan de eisen van RWS-DID voor secundair optische waterpassingen, zoals genoemd in paragraaf 3.1.4 (zie bijlage 1).

Bij overschrijding van de toleranties zijn hermetingen uitgevoerd.

Met MOVE3-vereffeningssoftware zijn de kringluitfouten berekend (zie bijlage 2).

De hoogteverschillen en afstanden tussen de peilmerken zijn voor heen- en teruggang bepaald. De gemiddelde hoogteverschillen en afstanden vormen de invoer voor het vereffennings- en berekeningsprogramma MOVE3.

Vervolgens is een eerste fase vereffening uitgevoerd ter controle op de waarnemingen volgens de methode van de kleinste kwadraten waarbij het meetnet intern wordt getoetst. Hierbij vindt toetsing plaats van het meetnet als geheel (F-toets) en toetsing van de afzonderlijke waarnemingen (w-toets). Zowel de afzonderlijke waarnemingen als het meetnet voldoen aan de toetsingscriteria.

In geval van verwerpingen, worden één of meerdere secties hermeten tot aan de toetsingscriteria wordt voldaan.

De gemeten hoogteverschillen, de resultaten van de vereffening en de berekende hoogten van de knooppunten zijn terug te vinden in de uitvoer van MOVE3 (zie bijlage 3).

5.2 Beoordeling resultaten

5.2.1 *Metingen*

Alle secties, trajecten en kringen hebben sluitfouten die liggen binnen de toleranties die vermeld zijn in hoofdstuk 3.

De eerste fase vereffening van het meetnet met MOVE3, waarbij alleen waarnemingen worden getoetst, levert geen verwerpingen op.

5.2.2 *Toetsing door RWS-DID*

De gecontroleerde bestanden van de metingen zijn in het voorgeschreven WATPAS-formaat tezamen met de MOVE3-resultaten aangeboden aan RWS-DID. RWS-DID heeft de metingen getoetst en goed bevonden. Staatstoezicht op de Mijnen en NAM zijn hier bij brief van 7 maart 2017 over geïnformeerd. RWS-DID zal de metingen eventueel naar eigen inzicht aansluiten op het NAP-net teneinde de vastgestelde hoogten op te nemen in het NAP-peilmerkregister.

6 Bewegingsanalyse peilmerken

6.1 Analyse

In de differentiestaat is af te lezen wat de totale differentie is sinds 1986 en wat de differentie is tussen opeenvolgende metingen. Voor een beschrijving van de differentiestaat (bijlage 4) zie paragraaf 7.4. Op de overzichtskaart op bijlage 5 zijn het waterpasnet en de berekende differenties tussen de meting van 2014 en de huidige meting weergegeven.

Voor een analyse van relatieve peilmerkbewegingen wordt het meetnet aangesloten op één peilmerk, namelijk het ondergrondse merk 000A2592. Voor aansluiting op één peilmerk is gekozen om wringing en correcties in het net ten gevolge van ongelijkmatige zakking van aansluitpunten te voorkomen. Achtereenvolgende metingen zijn zodoende beter met elkaar te vergelijken. Voor dit aansluitpunt is gekozen omdat deze buiten de invloedssfeer van de bodemdaling door gaswinning ligt, in alle epochen is aangemeten en stabiel gedrag vertoont in de tijd.



Bron: RWS-DID, NAP-info

De NAP hoogten van dit merk, welke verder niet worden gebruikt in dit meetregister, zijn onveranderd in de tijd ($h=3.761$, bron NAP-info).

6.2 Conclusies

De meetresultaten leveren het volgende beeld op:

- De peilmerken vertonen een differentie variërend van -16 (oost Ameland) tot +2 mm (west Ameland), ten opzichte van referentiepunt 000A2592, dat buiten de invloedssfeer van de bodemdalingskom ligt. Enige uitzondering is peilmerk 002C0117 (zie onder).
- Peilmerk 002C0117 vertoont een stijging van 43mm tussen 2014 en 2017 (en een daling van 26mm tussen 2011 en 2014). Het betreft een ANWB paddestoel, waarvan geconstateerd is, dat deze erg scheef staat en mogelijk is aangereden door een voertuig. Zeker geen betrouwbaar/stabiel peilmerk.
- Er zijn geen significante afwijkingen ten opzichte van de bodemdaling in voorgaande jaren. De bodembeweging gemeten met GPS geeft iets meer daling weer. Deze is over de periode 2014-2017 20 mm



daling voor het permanente station op de locatie Ameland; de daling van peilmerk 002C0079 bepaald uit waterpasmetingen van 2014 en 2017 is 13 mm.

- De peilmerken aan de westzijde op het eiland Ameland vertonen t.o.v. van de meting in 2014 geen significante veranderingen.
- Vervallen peilmerken: 001H0067 (paal van veerooster verdwenen), 002C0107 (betonband in pier vernieuwd), 002D0099 (houten strandpaal verdwenen)
- Nieuwe peilmerken: 001H0085 (ter vervanging van 001H0067) en 002C00152 (ter vervanging van 002C0107)

7 Presentatie van de resultaten

In dit hoofdstuk treft u een toelichting aan op de resultaten zoals deze in de bijlagen worden gepresenteerd.

7.1 Bijlage 1: Overzicht sectie- en trajectsluitfouten

In bijlage 1 wordt op trajectnummer volgorde een overzicht gegeven van alle gemeten secties met de daarbij geconstateerde sectie- en trajectsluitfouten. Ter vergelijking zijn de toleranties volgende kolom vermeld. Alle secties en trajecten voldoen aan de eisen zoals genoemd in hoofdstuk 3.

7.2 Bijlage 2: Overzicht kringsluitfouten

Bijlage 2 bevat een overzicht van de kringsluitfouten berekend door MOVE3.

7.3 Bijlage 3: Resultaten eerste fase (vrije) vereffening

Bijlage 3 bevat de resultaten van de eerste fase vereffening in MOVE3. Uit de w-toets blijkt dat geen van de waarnemingen wordt verworpen.

7.4 Bijlage 4: Differentiestaat

Bijlage 4 is een differentiestaat, waarin de hoogten en hoogteveranderingen van de peilmerken worden gepresenteerd. De gepresenteerde hoogten van de meting zijn niet gecorrigeerd voor externe invloeden.

Tot nog toe werd een staat van periodieke verschillen samengesteld aan de hand van gepubliceerde NAP-hoogten. Op 1 januari 2005 heeft RWS-DID het NAP referentievlak aangepast. Daardoor ontstaan er met de huidige werkwijze afwijkingen in de 'staat van periodieke verschillen'. Het corrigeren van hoogten voor deze afwijkingen is echter onwenselijk vanwege de volgende redenen:

1. De oorzaak van de aanpassing is niet meer te achterhalen (geleidelijke daling, historische meetfout, verstoring, etc.);

2. Bij aansluiting op meerdere referentie peilmerken met een verschillende correcties ontstaan kunstmatige vervormingen in het meetnet;
3. Risico op verwarring met officieel gepubliceerde hoogten van RWS-DID.

In plaats daarvan wordt de differentiestaat op verzoek van het Staatstoezicht nu samengesteld op basis van vrij vereffende (eerste fase) hoogten, berekend met MOVE3. Daarbij wordt een netwerk op fouten getoetst en aangesloten op één peilmerk. Om de betrouwbaarheid van de resultaten te waarborgen wordt als referentie een historisch stabiel peilmerk gekozen.

De differentiestaat bevat een aantal groepen peilmerken die tenminste twee keer zijn aangemeten. De groep van de primaire peilmerken is zowel in de nulmeting als ook in 2017 aangemeten. Secundaire peilmerken zijn of niet in de nulmeting en/of niet in 2017 aangemeten. Afhankelijk van het eerste meetjaar zijn de secundaire peilmerken geclassificeerd in groepen per jaar van eerste aanmeting.

7.5 Bijlage 5: Overzichtskaart deformatienet met differenties [2014 - 2017]

Bijlage 5 is de overzichtskaart (Bijlage_5_Ameland_2017_kaart_EP201703201665.pdf) van het deformatienet met daarop afgebeeld de differenties tussen 2014 en 2017 in mm.

7.6 Bijlage 6: Nieuw en vervallen peilmerken

Bijlage 6 is een lijst van vervallen en nieuw geplaatste peilmerken met de bijbehorende XY-coördinaten in het Rijksdriehoeksstelsel. De precisie van de coördinaten is 10m.

8 Verantwoording

Dit rapport 'Meetregister bij het meetplan Waddenzee 2017, Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing Ameland 2017' is onder verantwoordelijkheid van ondergetekende tot stand gekomen.

Assen, 20 april 2017

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

W. van der Veen

Head Onshore Surveys

Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht sectie- en trajectsluitfouten

Zie bestand [Bijlage_1_Ameland_2017_Traject resumtie.pdf] op NAM Sharepoint online omgeving

Bijlage 2: Overzicht kringsluitfouten

Zie bestand [Bijlage_2_Ameland_2017_Kringsluitfouten.txt] op NAM Sharepoint online omgeving

Bijlage 3: Resultaten eerste fase (vrije) vereffening

Zie bestand [Bijlage_2_Ameland_2017_MOVE3_output.txt] op NAM Sharepoint online omgeving

Bijlage 4: Differentiestaat

Zie bestand [Bijlage_4_Ameland_2017_diffstaat_000A2592_1986-2017.xlsx] op NAM Sharepoint online omgeving

Verklaring header differentiestaat:

dH	Geschatte hoogte ten opzichte van het referentie peilmerk (vrije netwerk vereffening) (in m).
dLM	Hoogteverschil ten opzichte van de vorige epoche (in mm).
dEM	Hoogteverschil ten opzichte van de eerste epoche dat het peilmerk aangemeten is (in mm).

Bijlage 5: Overzichtskaart deformatienet met differenties [2014-2017]

Zie ook bestand [Bijlage_5_Ameland_2017_kaart_EP201703201665.pdf] op NAM Sharepoint online omgeving

Bijlage 6: Nieuwe en vervallen peilmerken

Nieuw gemeten peilmerken

001H0085

002C0152

Vervallen peilmerken

001H0067

002C0107

002D0099

649303 Ameland 2017											
Datum	(Traject)	Peilmerk	X-RD	Y-RD	M	x- u u r	muur	y- muur	T	Pub. Tekst	Opmerking
23-1-2017	1071	002C0107	180.70	605.30	N		667	-22	0	BT IN BET-BAND N-Z PIER	VERVALLEN, BET-BAND IS VERNIEUWD
23-1-2017	1071	002C0152	180.70	605.30	N		60	-15	0	BT IN BET-BAND N-Z PIER	NIEUW PEILMERK
23-1-2017	1033	001H0067	178.84	606.25	W		7	-21	0	BTPAAL VEEROOSTER ZUIDZIJDE	VERVALLEN, PAAL IS VERDWENEN
23-1-2017	1033	001H0085	179.05	606.20	NW		40	-7	0	BT IN WATERBAK BIJ ZEEDIJK	NIEUW PEILMERK
06-02-2017	1141	002D0099	193.62	608.65	N		0	0	0	HOUTENPL 25,100X=193623,6110 Y=608650,0390 Z1000 MET INGEHAKT NR:2D99	VERVALLEN, PAAL IS VERDWENEN
23-1-2017	1063	002C0117	183.55	607.57			0	11	7	BT IN KOP ANWB-PADDESTOEL NR:22607	paddestoel staat erg scheef auto tegen aangezetten? (niet echt betrouwbaar)